

ETCS – výhradní provoz

# Zkušenosti provozovatele dráhy

Ing. Radek Dobiáš Ph.D. MBA

# Osnova

## Úvod

- Stav implementace ETCS
- Využívání a spolehlivost ETCS

## Zkušenosti z provozu ETCS

- Poznatky z provozu
- Rozpady spojení
- Požadavky SŽ na vozidla - RSC
- T\_SectionTimer

## Novinky v oblasti ETCS

- Návěstní soustava ETCS s benefity

## Závěr



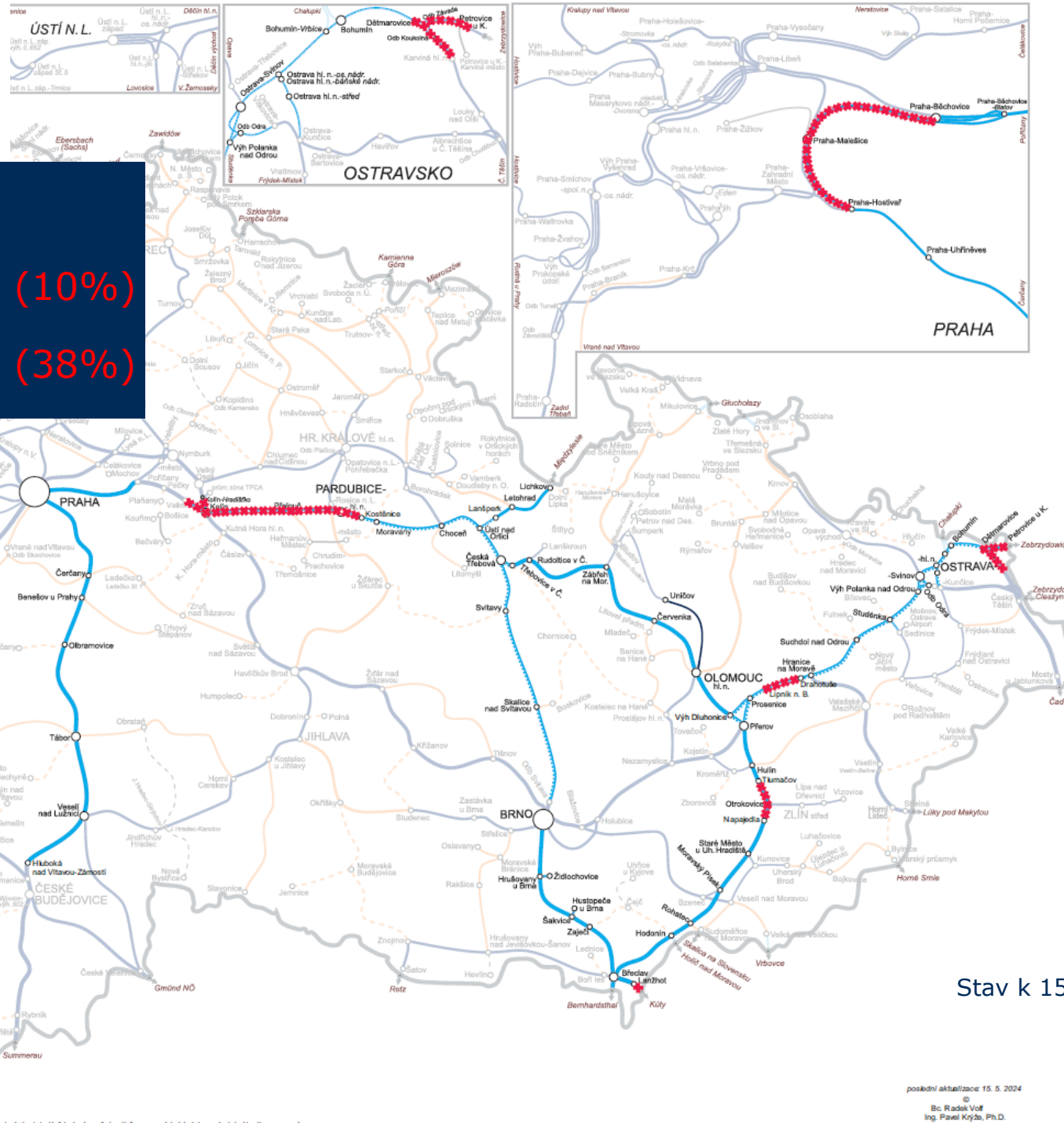
# Vybavenost tratí SŽ

ETCS L2:

1016 km

Dlouhodobá výuka: 103 km (10%)

Provozní opatření: 387 km (38%)



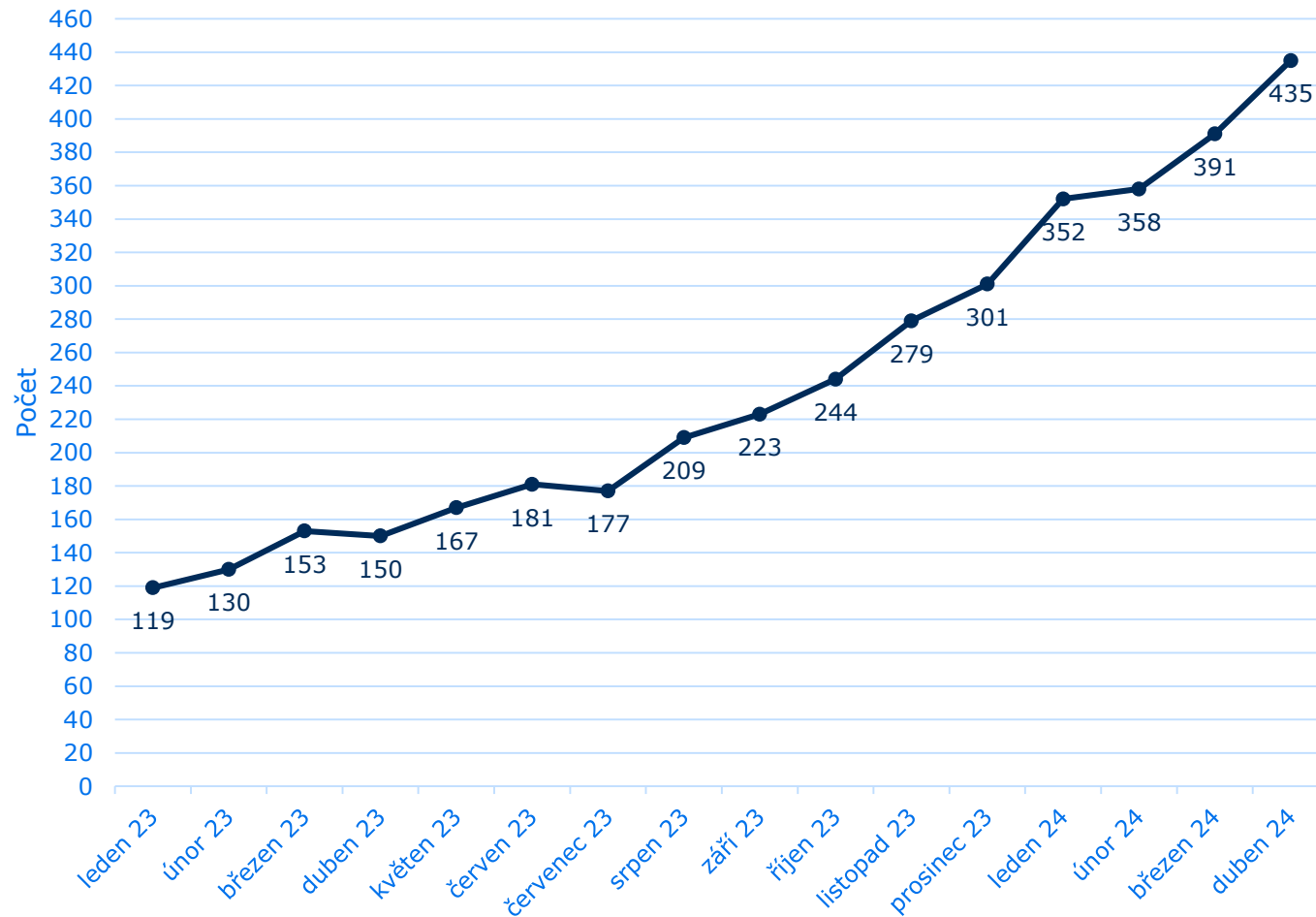
Stav k 15.5.2024



# Počet unikátních ETCS OBU na síti SŽ

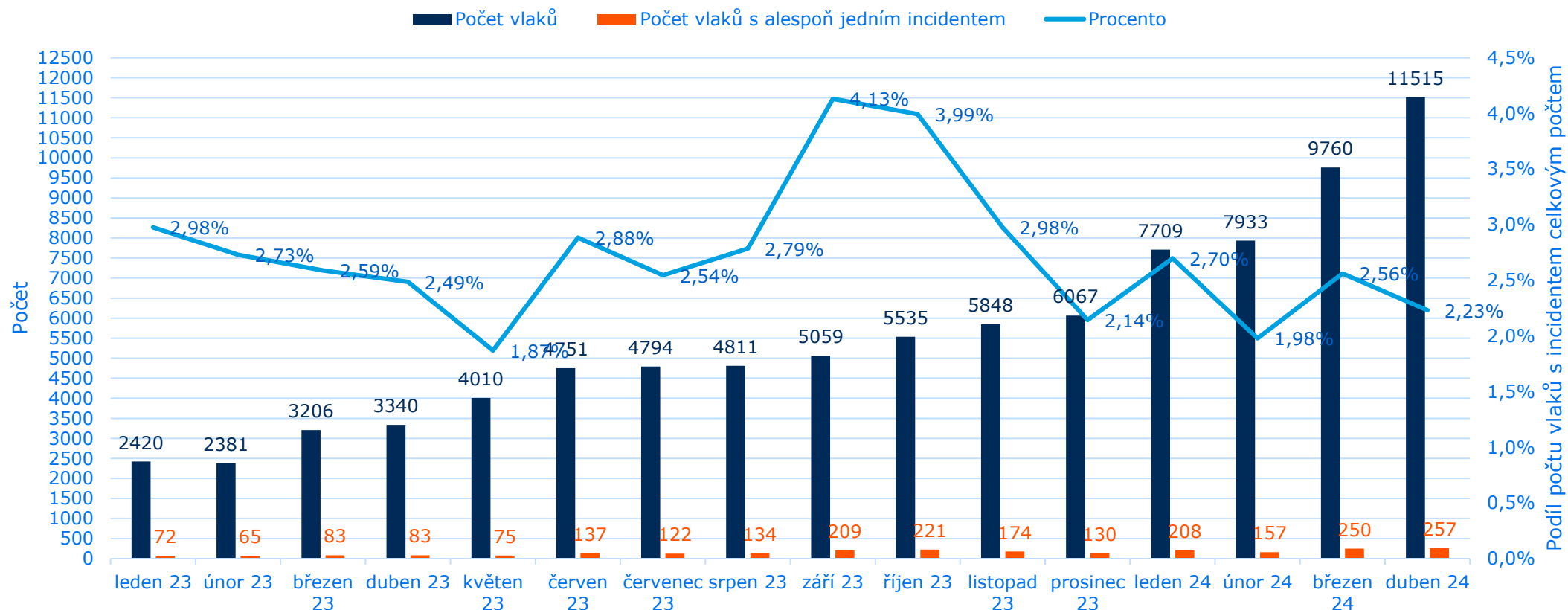
Měsíc	Počet OBU
leden 23	119
únor 23	130
březen 23	153
duben 23	150
květen 23	167
červen 23	181
červenec 23	177
srpen 23	209
září 23	223
říjen 23	244
listopad 23	279
prosinec 23	301
leden 24	352
únor 24	358
březen 24	391
duben 24	435

Počet aktivních OBU v jednotlivých měsících



# Počet vlaků jedoucích pod ETCS + počet nouzových zastavení

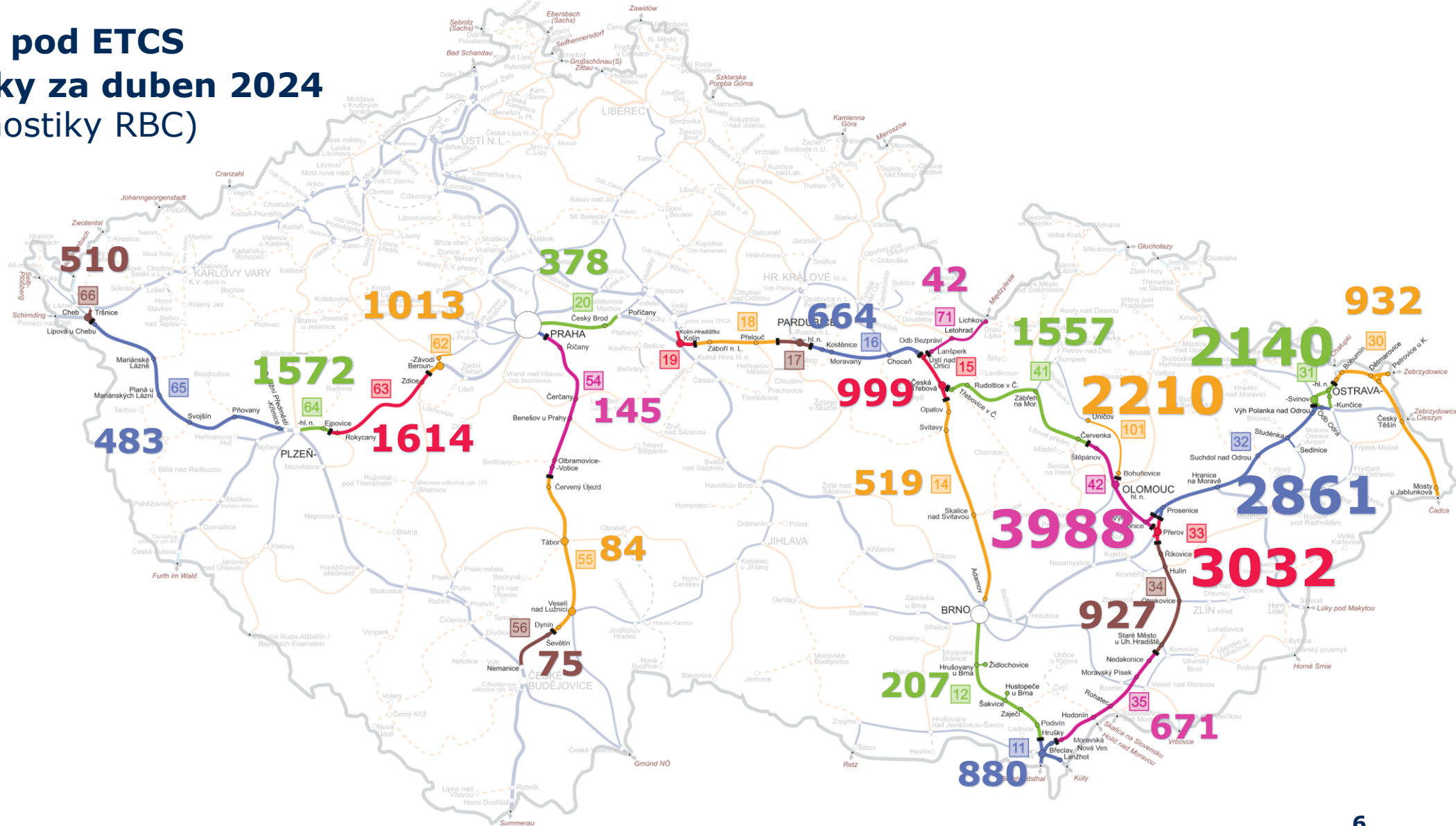
Počet vlaků pod dohledem ETCS a počet vlaků s alespoň jedním incidentem



Počet ovlivněných vlaků zahrnuje jak oprávněná tak nadbytečná ovlivnění s příčinou na straně vozidla, infrastruktury i ovlivnění s prozatím nepotvrzenou příčinou. Opakovaně ovlivněný vlak je započítán jen jednou. Filtrovaná data.

# Statistiky provozu ERTMS

Počet vlaků pod ETCS  
– geograficky za duben 2024  
(data z diagnostiky RBC)



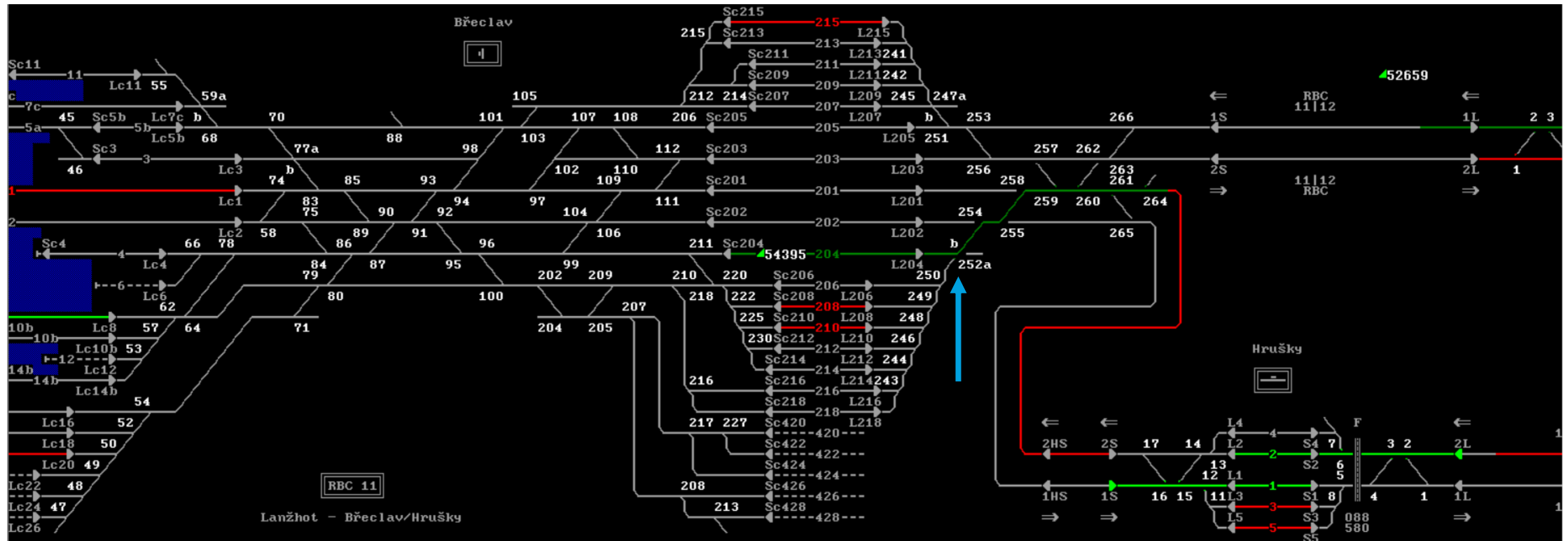


## Zkušenosti z (výhradního) provozu ETCS

# Poznatky z provozu

## ETCS zabrání nehodám

- Dne 08. 01. 2024 v 14:54 h došlo v obvodu ŽST Břeclav k mimořádné události, kdy posunový díl jel za seřadovací návěstidlo v poloze zakazující jízdu a vjetí do postavené vlakové cesty Lv 54395, který ale bezpečně zastavil 572 m před místem MU.

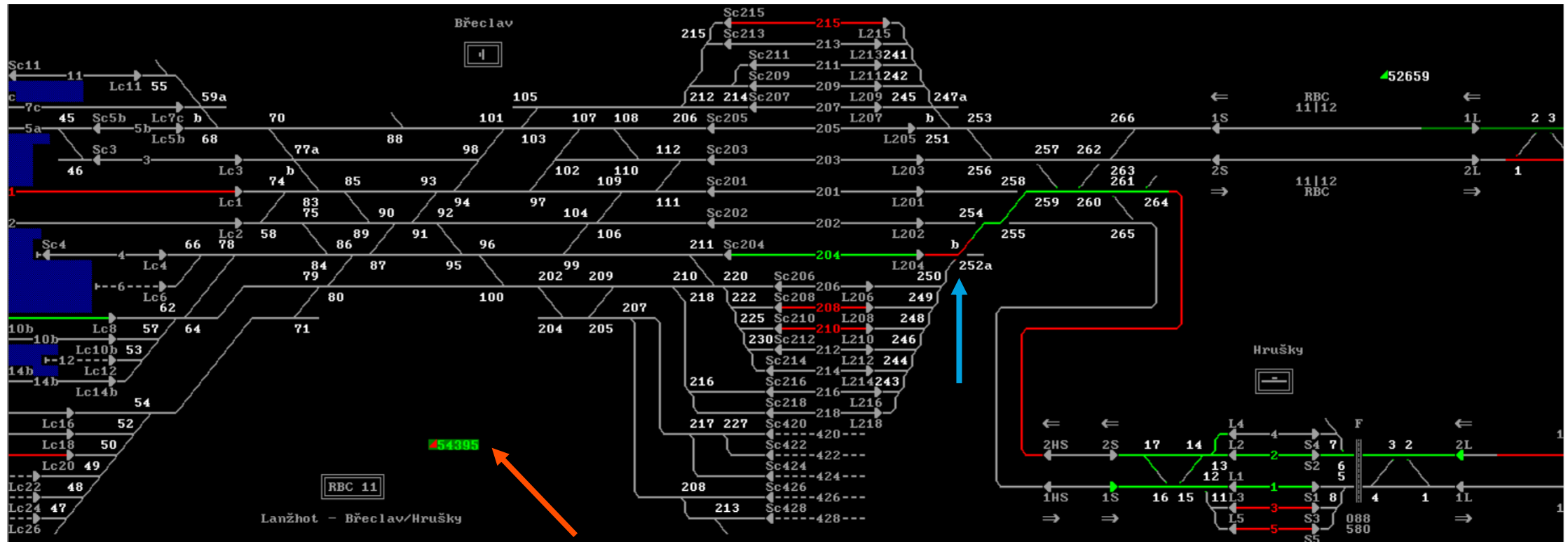




# Poznatky z provozu

## ETCS zabrání nehodám

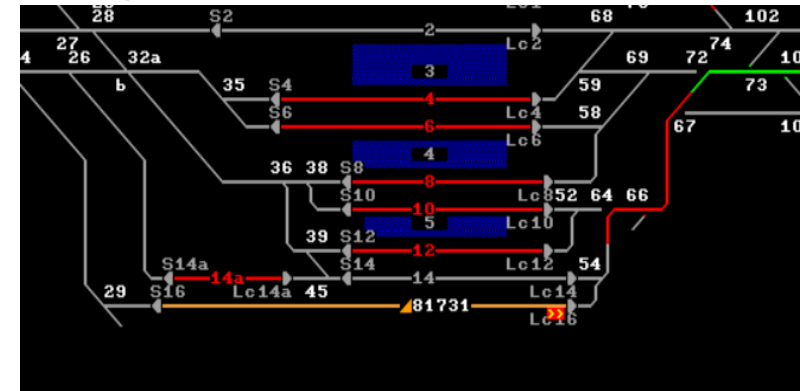
- Dne 08. 01. 2024 v 14:54 h došlo v obvodu ŽST Břeclav k mimořádné události, kdy posunový díl jel za seřadovací návěstidlo v poloze zakazující jízdu a vjetí do postavené vlakové cesty Lv 54395, který ale bezpečně zastavil 572 m před místem MU.



# Poznatky z provozu

## Poruchy a závady

- na **traťové části**
  - rozpady spojení
  - poruchy balíz (opatření: např. ochrany balíz)
  - nesprávná zpětná instalace balíz po přechodných demontážích (opatření: kontrola)
  - poruchy konvenčního zabezpečovacího zařízení (např. poruchové obsazení kolejového obvodu)
  - „nadbytečně restriktivní reakce“ algoritmů RBC na příchod nečekaných kombinací informací (z hlediska časového nebo faktického)
- na **mobilní části**
  - rozpady spojení
  - handovery s jedním mobilním terminálem
  - poruchy odometrie
  - poruchy čtení balíz
  - jiné blíže nespecifikované poruchy (chyby v SW – kauza opačné MA)

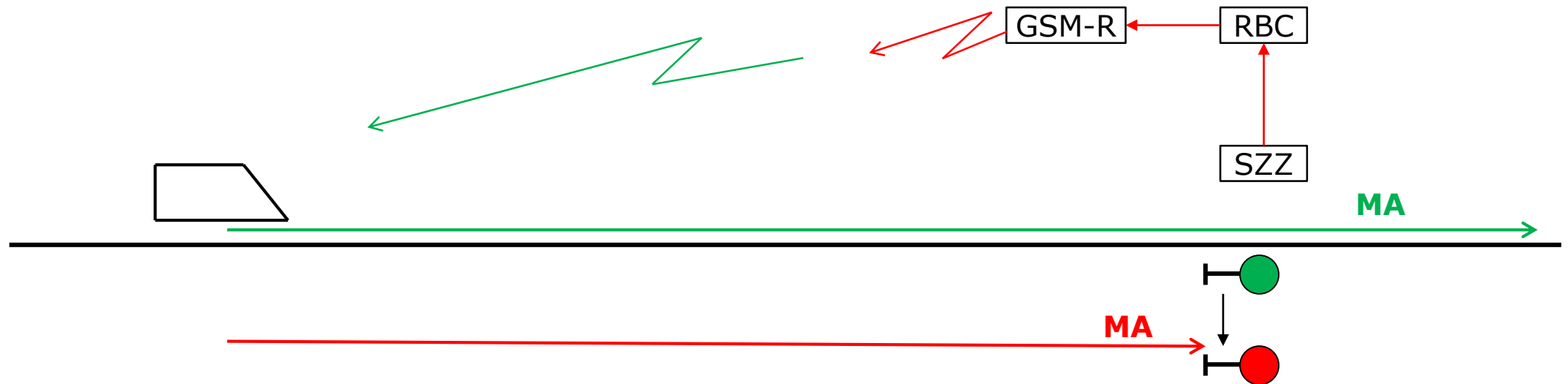


## Domnělé poruchy

- strojvedoucími neočekávaný projev mobilní části, který je v souladu s předpisy a specifikacemi

# Rozpady spojení

- v běžných provozních situacích je kontrolována přítomnost rádiového spojení **časovou platností MA 18 s**
- nedojde-li včas k doručení nového MA, mobilní část po vypršení platnosti přejde do módu Nedovolené projetí (TR) – nouzové brzdění do zastavení, nutnost vydání ETCS rozkazu pro volbu „Start“ a pokračování v jízdě
- důvodem takto přísného dohledu je m. j. **možnost rušení neprojeté vlakové cesty před vlakem**



- nejhorší scénář – po zrušení vlakové cesty ještě RBC stihla odeslat poslední „zelené“ MA, pak se rozpadlo spojení, takže již nelze doručit „červené“ MA; bezpečnou reakci vykoná vlak za 18 s po doručení posledního „zeleného“ MA (začne nouzově brzdit)
- ani nejhůře brzdící vlak nesmí vjet do zrušené jízdni cesty (která se zrušila bez časového zpoždění)

# Příčiny rozpadů spojení

**Spolehlivost ETCS** jako celku je zásadně ovlivňována spolehlivostí **komunikačního řetězce** mezi OBU a RBC.

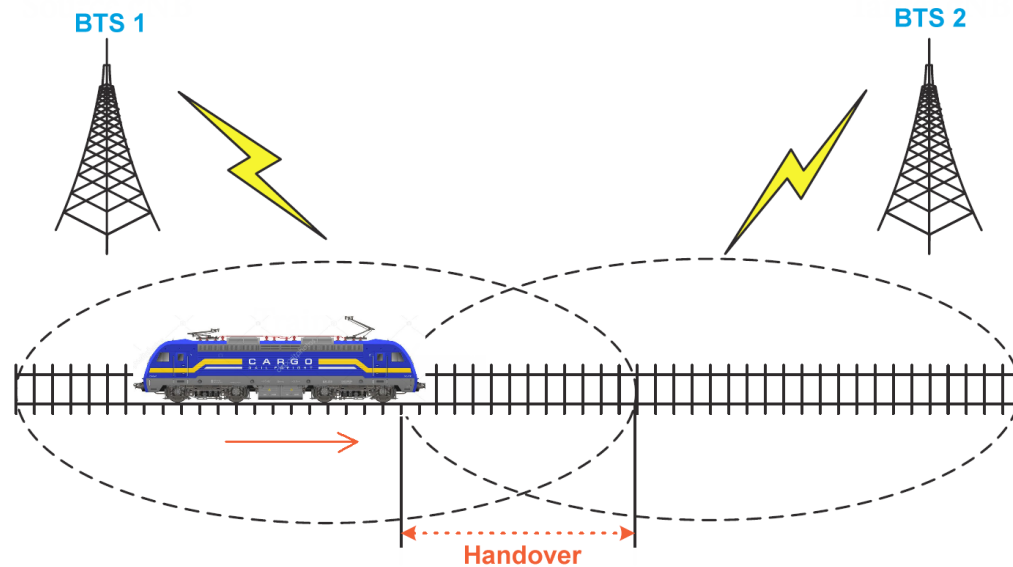
Rozpady spojení mohou být způsobené:

- palubní částí ETCS (OBU):
  - poruchy OBU,
  - nekorektní chování OBU při určitých scénářích (např. v oblasti HO),
  - neaktualizovaným SW mobilního terminálu (vybírána špatná BTS po zapnutí),
  - **provedením instalace OBU na vozidle** (např. umístění antén, EMC kompatibilita)
- infrastrukturou:
  - poruchy traťové části ETCS (RBC),
  - **poruchy přenosové sítě** mezi RBC-MSC i MSC-BSC-BTS,
  - **poruchy na rádiovém rozhraní,**
- nejednoznačností technických specifikací - nekompatibilita mezi OBU a RBC;
- **rozpady spojení** v určité míře **jsou vlastností GSM-R a jsou předpokládány**

# Předpokládané výpadky GSM-R spojení

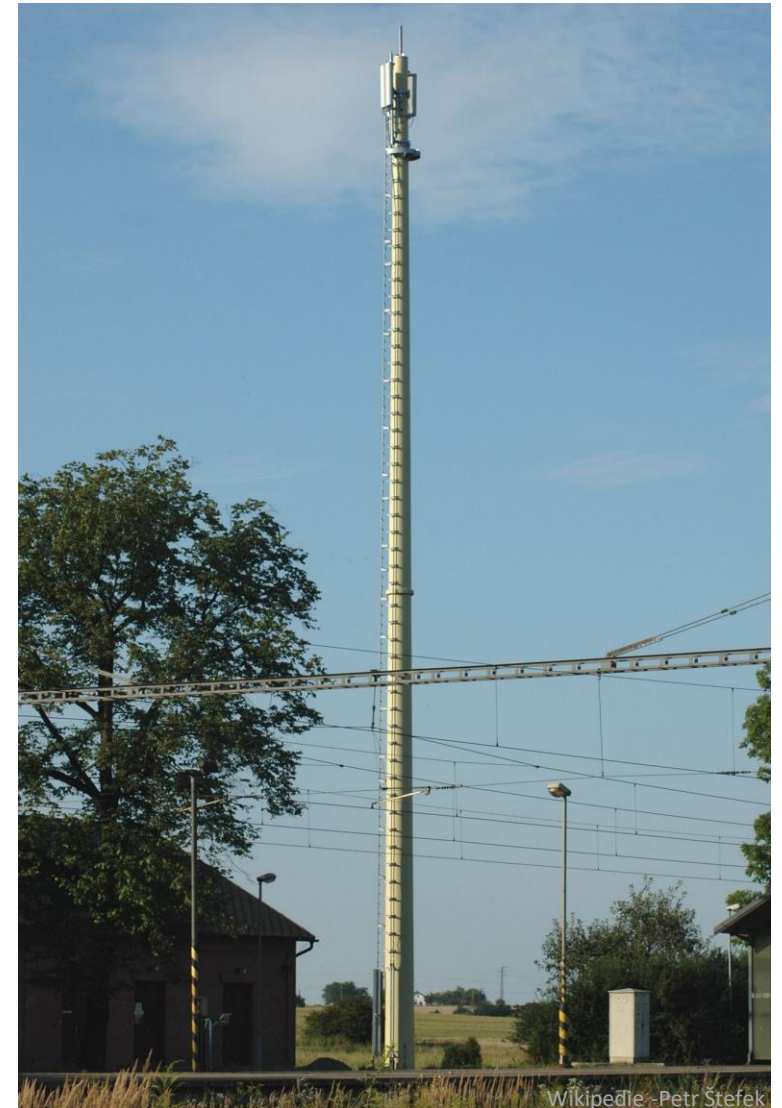
## Původní požadavek specifikací (2004)

- Požadován **BTS Handover Success Rate**  $\geq 99.5\%$
- BTS HO každé cca 4 km



## Nový požadavek specifikací (2022)

- Požadován **Connection Loss Rate (CLR)**  $\leq 10^{-2}/h$
- Vytočený hovor tedy může „nechtěně spadnout“ každých 100 h (kumulativně), aniž to je hodnoceno jako porucha systému GSM-R



Wikipedie - Petr Štefek

# Opatření na straně infrastruktury - rádio

## Realizované úpravy na infrastruktuře pro zvýšení spolehlivosti:

- Identifikace problémových míst
- Kmitočtová optimalizace (oblasti Olomouc, Břeclav ...)
- Doplnění BTS (Hlušovice, ...)
- Optimalizace směřování antén (zejména na celé trati Olomouc – Uničov, separace vyzařování oproti koridoru),
- Směřování antén pro potlačení zadního a postranních laloků vyzařování,
- Optimalizace nastavení výkonů a „handover marginů“ (mezi dvěma BTS),
- Prověření anténní kabeláže, měření svodů se zátěží,
- Přemístění RRH na stožár pro zvýšení vysílacího výkonu,
- Doplnění antén na portálech tunelů (Ejovice, ...)
- Zvýšení četnosti měření úrovně a kvality pokrytí GSM-R včetně QoS (kvality služeb) pro systém ETCS
- Upřesnění pokynů pro projektování, rádiové plánování

# Opatření na straně infrastruktury – přenosová síť

## Krátkodobé

- Opatření pro zásahy do přenosové sítě (čj. 18303/2024-SŽ-GŘ-O26)
  - při zásazích do optické sítě, prvků SDH, MPLS, DWDM nebo jejich napájení
  - nutný souhlas SŽT – prověření dopadů
  - mohou se ovlivňovat geograficky velmi vzdálená zařízení (porucha v ČB – TRIP Uničov)
- Propojení centrálních části GSM-R sítě přes MPLS (opuštění SDH)
- Propojení RBC – MSC přes MPLS
- Zřízení „protection line“ na SDH mezi BSC a BTS

## Střednědobé

- Doplnění zálohování a dohled napájení pro prvky přenosové sítě
- Profylaktická okna pro údržbu – výluka ETCS

## Dlouhodobé

- Rekonstrukce a doplnění přenosové sítě pro ERTMS
  - úplné opuštění technologie SDH pro ERTMS – přechod na IP MPLS síť

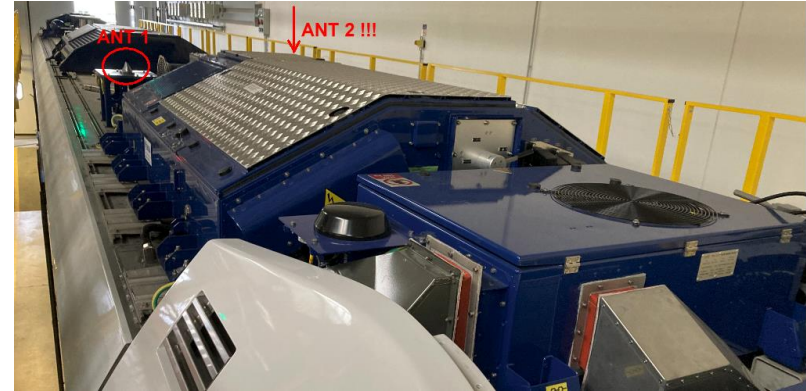
# Opatření na straně vozidel

## Všeobecně

- ze statistik plyne, že chybovost konkrétních vozidel stejných řad se významně liší i při podobném nasazení
- je nutné se zaměřit i na provedení instalace OBU (provedení instalace anténního svodu, interference, stabilita napájení)

## Antény GSM-R pro ETCS

- Požadavek na kruhovou charakteristiku antény
- Anténa požadavky splňuje – umístění na vozidle nikoliv
- Výrobci OBU obvykle potvrzují integrátorům i nevhodné umístění antén





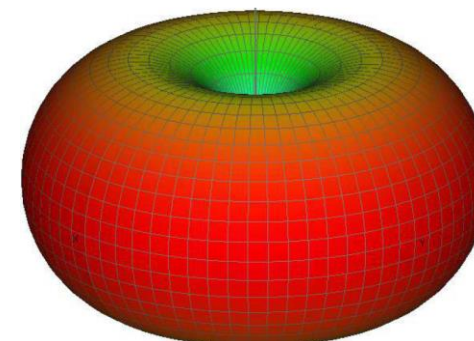
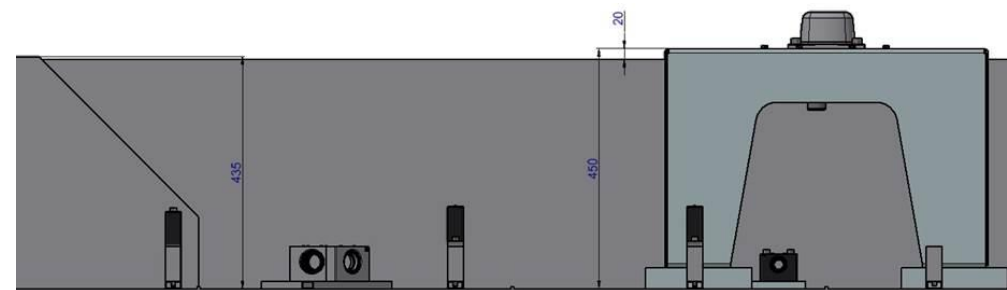
# Požadavky SŽ na vozidla - RSC

## Všeobecně

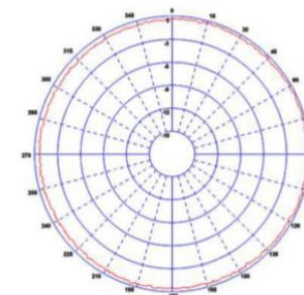
- Požadujeme předložení dokumentace, podmínek instalace a jejich naplnění
- Účastníme se správních řízení při schvalování instalací ETCS do provozu (switch-off, switch-on)
- Poskytujeme konzultace integrátorům

## Radio System Compatibility (RSC) kontrola

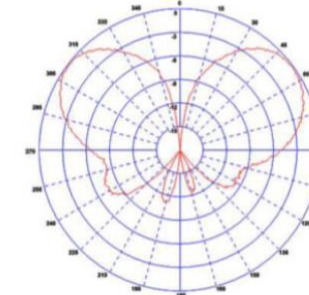
- Vydán pokyn SŽ PPD-02/2024 - Pokyn provozovatele dráhy ve věci požadavků na směrový vyzařovací diagram antén pro systém GSM-R na železničních vozidlech
- Definuje maximální odchylku od kruhovosti diagramu na 6 dB



Typical H plane (868MHz)



Typical E plane (868MHz)



2D Patterns

\*Polar Plots measured on a 600x600mm (2'x2') ground plane

# Rozpady spojení – co dále?

## Situace v zahraničí

- většina států používá dohledový čas 30 – 40 s
- řada z nich používá jiné principy pro rušení neprojeté jízdní cesty
- podobný čas jako my používá Španělsko (20 s), ještě přísnější má Itálie (7 s)
- většinou ve formě T\_NvContact s provozní brzdou místo T\_SeccionTimer

## Indikace strojvedoucímu

- krátkodobé rozpady spojení (do 45 s) nejsou dle specifikací strojvedoucímu indikovány!
- čas 45 s je specifikacemi pevně dán, není možné jej zkrátit



## Řešení s prodloužením času

- zvolená doba časové platnosti 18 s i tak prodlužuje rozhodné úseky pro rušení neprojeté vlakové cesty oproti stavu bez ETCS (při rychlosti 160 km/h **až o dva oddíly**)
- další prodloužení dohledového času by znamenalo další prodloužení rozhodných úseků pro rušení neprojeté vlakové cesty (bude nutné u reléových/hybridních stavědel)
- nabízí se změnit princip rušení neprojeté vlakové cesty (využití komunikace s vlakem – lze jen ve výhradním provozu, je požadováno pro tratě s přizpůsobenou infrastrukturou)
- **navrženy úpravy funkcionality rušení cesty u elektronických stavědel** – časové soubory 0/22/202 s
- ověření se předpokládá na trati Olomouc - Uničov



## Novinky v oblasti ETCS

# Návěstní soustava na přizpůsobené infrastruktuře (nová)

## Seřadovací návěstidla

— řízení posunu

## Doplňkové návěstní svítilny (DNS)

– u Stop značek ETCS

— rozjezd vlaku bez MA po začátku mise  
— řízení provozu vlaků jedoucích mimo dohled ETCS  
— řízení posunu

— význam návěstí je obdobný s významem na konvenční infrastruktuře

## Shoda napříč sektorem



### Stop značka a Jízda vlaku povolena

- dovoluje jízdu kolem Stop značky ETCS
- nenařizuje jízdu podle rozhledových poměrů



### Stop značka a Posun zakázán

- základní stav DNS
- zakazuje posun
- označuje místo konce vlakové cesty



### Stop značka a Přivolávací návěst (PN)

- dovoluje jízdu kolem Stop značky ETCS
- nařizuje jízdu podle rozhledových poměrů v dopravně s kolejovým rozvětvením
- nenařizuje jízdu podle rozhledových poměrů mimo dopravnu s kolejovým rozvětvením



### Stop značka a zhaslé DNS

- DNS nedávají pro jízdu vlaku žádnou návěst
- zakazuje posun (např. porucha svícení modrého světla)
- stav při postavené vlakové cestě s vydaným MA FS za toto návěstidlo



### Stop značka a Posun dovolen

- dovoluje jízdu posunu nebo PMD

# Závěr



# Závěr - Co dál ?

## Vozidla

- nutnost zlepšení komunikace s dodavateli mobilních částí, je potřeba jít do větších detailů (popis funkčního chování, nastavení parametrů, provedení instalace, aktuální SW mobilních terminálů atd.) - *pracujeme na tom*

## Infrastruktura

- je též zásadní co nejdříve na infrastrukturu implementovat zařízení pro diagnostiku datových přenosů ETCS v síti GSM-R - *probíhá implementace*
- z důvodu zvýšení spolehlivosti vybudovat samostatnou přenosovou síť MPLS pro ERTMS - *probíhá implementace pro centrální části, příprava na celou síť*
- nutnost kvalitnější diagnostiky balíz (měřicí diagnostické vozidlo)
- na základě zkušeností z provozu upravit či precizovat některé provozní postupy
- je nutné implementovat úpravy v RBC/SZZ a zvážit jejich dopad na postupy řízení dopravy výpravčími/dispečery (změna hodnoty proměnné T\_SECTIONTIMER) – toto řešení zvýší spolehlivost, ale znamená poměrně rozsáhlé úpravy na infrastruktuře - *v řešení*

# Závěr

## Řešit vzdělávání nových kolegů

- Znalost nových technologií, a to na všech úrovních

## Komu především poděkovat

- dopravcům zúčastněným na ověřovacích provozech a na zátěžových testech
- pracovníkům v provozu
- dodavatelům traťových a mobilních částí ETCS a GSM-R, kteří jsou ochotni ke spolupráci
- projektantům, kteří se musejí vyrovnat s měnícími se požadavky (důsledky zkušeností z provozu).

**Všichni se učíme za pochodu.**



# Děkuji za pozornost



**ETCS – výhradní provoz  
Zkušenosti provozovatele dráhy**

Ing. Radek Dobiáš Ph.D. MBA

[etcs@spravazeleznic.cz](mailto:etcs@spravazeleznic.cz)  
[DobiasR@spravazeleznic.cz](mailto:DobiasR@spravazeleznic.cz)